

特開平6-34837

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51) Int.Cl.⁵G02B 6/26
6/255

識別記号

7132-2K

F I

審査請求 未請求 請求項の数13 (全8頁)

(21)出願番号 特願平4-188157

(22)出願日 平成4年(1992)7月15日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 中里 浩二

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 西村 正幸

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 金森 弘雄

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

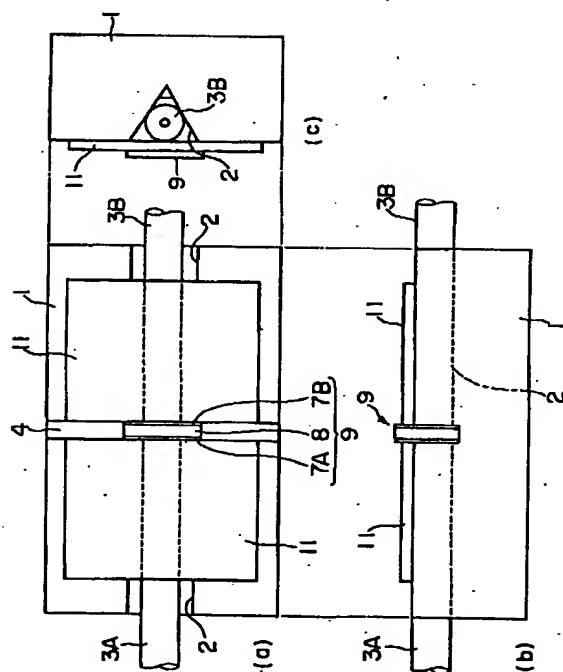
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光部品

(57)【要約】

【目的】光ファイバを用いた光部品の改良。

【構成】光部品ではMFDの大きい第1、第2の光ファイバ(3₁)によって光学素子(9)が挟まれ、これら第1、第2の光ファイバにはMFDの小さい第3、第4の光ファイバ(3₂)が接続される。そして、光ファイバ同志の接続部において、第1、第2の光ファイバのMFDを連続的に小さくするか、あるいは第3、第4の光ファイバのMFDを連続的に大きくするかしているので、光結合が好適になされる。また、第1、第2の光ファイバの長さは任意に設定できるので、基板上(1)で幅広な間隔が生まれるように加工、切断でき、光学素子を厚くしても好適に組み付けることが可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光入射端面と光出射端面とを有する光学素子と、

前記光入射端面に一方の端面が光学的に結合された第1の光ファイバと、

この第1の光ファイバの他方の端面に一方の端面が接続され、当該第1の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径の小さい第2の光ファイバと、

前記光出射端面に一方の端面が光学的に結合された第3のファイバと、

この第3のファイバの他方の端面に一方の端面が接続され、当該第3の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径の小さい第4の光ファイバとを備え、

前記第1および第3の光ファイバは、その他方の端面近傍において連続的にモードフィールド径が小さくされていることを特徴とする光部品。

【請求項2】 前記第1および第3の光ファイバは、前記第2および第4の光ファイバに比べて相対的に加熱によってモードフィールド径が縮小される材料で構成されている請求項1記載の光部品。

【請求項3】 前記第1および第3の光ファイバのコアには、屈折率を高める第1のドーパントと、この第1のドーパントよりも熱拡散係数が大きく屈折率を低める第2のドーパントが含まれ、

前記第1および第3の光ファイバは、それぞれ加熱によって前記第2および第4の光ファイバと融着接続されている請求項2記載の光部品。

【請求項4】 前記光学素子は前記光入射端面および前記光出射端面の少なくとも一方を複数有し、この別の端面には第5の光ファイバの一方の端面が光結合され、この第5の光ファイバの他方の端面には当該第5の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径が小さい第6の光ファイバの一方の端面が接続され、前記第5の光ファイバはその他方の端面近傍において連続的にモードフィールド径が小さくされている請求項1記載の光部品。

【請求項5】 光入射端面と光出射端面とを有する光学素子と、

前記光入射端面に一方の端面が光学的に結合された第1の光ファイバと、

この第1の光ファイバの他方の端面に一方の端面が接続され、当該第1の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径の小さい第2の光ファイバと、

前記光出射端面に一方の端面が光学的に結合された第3のファイバと、

この第3のファイバの他方の端面に一方の端面が接続され、当該第3の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径の小さい第4の光ファイバとを備え、

前記第2および第4の光ファイバは、その他方の端面近傍において連続的にモードフィールド径が大きくされて

いることを特徴とする光部品。

【請求項6】 前記第2および第4の光ファイバは、前記第1および第3の光ファイバに比べて相対的に加熱によってモードフィールド径が拡大される材料で構成されている請求項1記載の光部品。

【請求項7】 前記第2および第4の光ファイバのコアには屈折率を高める第1のドーパントが含まれ、これらのクラッドには前記第1のドーパントよりも熱拡散係数が大きく屈折率を低める第2のドーパントが含まれ、

前記第1および第3の光ファイバは、それぞれ加熱によって前記第2および第4の光ファイバと融着接続されている請求項6記載の光部品。

【請求項8】 前記光学素子は前記光入射端面および前記光出射端面の少なくとも一方を複数有し、

この別の端面には第5の光ファイバの一方の端面が光結合され、この第5の光ファイバの他方の端面には当該第5の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径が小さい第6の光ファイバの一方の端面が接続され、

前記第6の光ファイバはその他方の端面近傍において連続的にモードフィールド径が大きくされている請求項5記載の光部品。

【請求項9】 前記光学素子と、前記第1、第2、第3および第4の光ファイバとは、単一の基板上に固定されて平面的に配置されている請求項1または5記載の光部品。

【請求項10】 前記第1、第2、第3および第4の光ファイバは前記基板に形成されたV字状の溝部に嵌入して固定されている請求項9記載の光部品。

【請求項11】 略同一のモードフィールド径を有する30 2本の第1の光ファイバを、これら第1の光ファイバよりも相対的にモードフィールド径の大きい第2の光ファイバを中間に介在させて接続した2本のカプラ用光ファイバを、前記第1の光ファイバ部分で相互に接合させて構成され、

前記第1の光ファイバは前記第2の光ファイバとの接続部近傍でモードフィールド径が連続的に大きくされていることを特徴とする光部品。

【請求項12】 略同一のモードフィールド径を有する40 2本の第1の光ファイバを、これら第1の光ファイバよりも相対的にモードフィールド径の大きい第2の光ファイバを中間に介在させて接続した2本のカプラ用光ファイバを、前記第1の光ファイバ部分で相互に接合させて構成され、

前記第2の光ファイバは前記第1の光ファイバとの接続部近傍でモードフィールド径が連続的に小さくされていることを特徴とする光部品。

【請求項13】 前記第2の光ファイバは相互の接合面においてクラッド部が研磨により薄くされている請求項11または12記載の光部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光ファイバを用いた光部品に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、このような光部品として、例えば図11に示すものが知られている(1990年電子情報通信学会秋季全国大会、C-227)。図示の通り、基板1の上面には1本のV溝2が刻設され、ここに光ファイバ3が嵌入されている。この光ファイバ3は基板1の中央部で斜方向にカットされて2本の光ファイバ3A、3Bに分断され、この挿入溝4には光学素子としての誘電体多層膜フィルタ5が挿入されている。なお、光ファイバ3A、3Bの切断部は、局所加熱よりモードフィールド径が大きくなっている。

【0003】一方、図12に示すような光部品も知られている。これは、一対の光ファイバ3A、3Bを対向させ、この間に一対の集束性ロッドレンズ6A、6Bを配置し、さらにこの間に一対の偏光子7A、7Bとファラデーローテータ8を光学素子として配置したものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図11の従来例では、光ファイバ3A、3B間の挿入溝4を幅広にできず、従って薄い光学素子しか組み込めない欠点があった。これは、光ファイバ3を切断する前に、図11のように一部(切断部)のMFD(モードフィールド径)を拡大するには、この部分をバーナーで加熱する必要があるからである。すなわち、挿入溝4を幅広にするため長い範囲にわたってMFDを大きくしようとすると、加熱に長時間を要し、十分な歩留りが得られない。

【0005】一方、図12の従来例では、厚い光学素子であっても組み付け得るが、このためには集束性ロッドレンズ6を別に設けることが必要になり、組み立て部品が増大して組み付けに手間を要する。また、個別に光軸合わせをすることが必要になるので、量産性にも欠ける。本発明は、これらの問題点を解決することを課題としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光部品は、光入射端面と光出射端面とを有する光学素子と、光入射端面に一方の端面が光学的に結合された第1の光ファイバと、この第1の光ファイバの他方の端面に一方の端面が接続され、当該第1の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径の小さい第2の光ファイバと、光出射端面に一方の端面が光学的に結合された第3のファイバと、この第3のファイバの他方の端面に一方の端面が接続され、当該第3の光ファイバに比べて相対的にモードフィールド径の小さい第4の光ファイバとを備え、第1および第3の光ファイバは、その他方の端面近傍において連続的にモードフィールド径が小さくなっている。この場合には、第1および第3の光ファイバのコアには、

屈折率を高める第1のドーパント(例えばGe)と、この第1のドーパントよりも熱拡散係数が大きく屈折率を低める第2のドーパント(例えばF)が含まれ、第1および第3の光ファイバは、それぞれ加熱によって第2および第4の光ファイバと融着接続されていることが望ましい。

【0007】また、本発明に係る光部品は、上記のような光学素子と、第1、第2、第3および第4の光ファイバとを備え、第2および第4の光ファイバは、その他方の端面近傍において連続的にモードフィールド径が大きくなっている。この場合には、第2および第4の光ファイバのコアには、屈折率を高める第1のドーパントが含まれ、これらのクラッドには上記第1のドーパントよりも熱拡散係数が大きく屈折率を低める第2のドーパントが含まれ、第1および第3の光ファイバは、それぞれ加熱によって第2および第4の光ファイバと融着接続されていることが望ましい。

【0008】なお、いずれの発明においても、光学素子と、前記第1、第2、第3および第4の光ファイバは、20 単一の基板上に固定されて平面的に配置されるようになることが特に望ましい。

【0009】

【作用】本発明の光部品では、MFDの大きい第1、第2の光ファイバによって光学素子が挟まれ、これら第1、第2の光ファイバにはMFDの小さい第3、第4の光ファイバが接続される。そして、光ファイバ同志の接続部において、第1、第2の光ファイバのMFDを連続的に小さくするか、あるいは第3、第4の光ファイバのMFDを連続的に大きくするかしているので、接続部で屈折率分布がほぼ一致し、光結合が好適になされる。

【0010】また、第1、第2の光ファイバの長さは任意に設定できるので、基板上で幅広な間隔が生まれるように加工、切断でき、したがって光学素子を厚くしても好適に組み付けることが可能になる。さらに、基板上で加工できるので、光軸合せが容易かつ確実となる。

【0011】

【実施例】以下、添付図面により、本発明のいくつかの実施例を説明する。図1は第1実施例の構成を示し、同図(a)は上面図、同図(b)は正面図、同図(c)は側面図である。また、図2、図3は製造プロセスを示す概念図であり、図4はそのプロセスの一部を示す斜視図である。

【0012】図1に示す通り、シリコンからなる短形平板状の基板1の上面にはV溝2が形成され、ここに光ファイバ3が組み付けられている。そして、上面には押え板11が載置され、間隔部には図示しない接着剤が埋め込まれている。光ファイバ3は基板1および押え板11と共に、中央部において挿入溝4で切断されており、これによる間隔に偏光子7A、7Bおよびファラデーローテータ8からなる光学素子9が挿入されている。なお、

これら光学素子9の要素については、アイソレータを構成する波長板、複屈折板等としてもよい。

【0013】ここで、光ファイバ3A, 3Bは3本の光ファイバを融着接続した後に切断して構成されており、例えば図2のプロセスで作成される。まず、MFDの小さい2本の光ファイバ3₁（コア径：8、5μm, 比屈折率差Δn：3、3%, MFD：9、5μm）と、MFDの大きい1本の短い光ファイバ3₂（コア径：3μm, 比屈折率差Δn：0、3%）を用意し、端面を鏡面にして図2(a)のように対向させる。つぎに、これら端面を当接させ、バーナーなどで加熱することにより融着接続させる。すると、図2(b)のように光ファイバ3₁の端面近傍でMFDが連続的に縮小し、0、5dB程度の光損失で光結合が好適になれる。

【0014】図3は、このメカニズムを示している。まず、MFDの小さい光ファイバ3₁については、熱拡散係数の小さいドーパントのみによってコアおよびクラッドを形成しておく。これに対し、MFDの大きい光ファイバ3₂については、コアに熱拡散係数の小さい第1のドーパント（例えば屈折率を高めるGe）と熱拡散係数の大きい第2のドーパント（例えば屈折率を低めるF）を含ませておく。この場合のドーパント濃度および屈折率は、図3(a), (b), (c)の左側の図のようになる。

【0015】この状態で、光ファイバ3₁と光ファイバ3₂の融着接続を短時間の加熱により行なうと、熱拡散係数の大きい第1のドーパントが拡張して、コアとクラッドの間の比屈折率差Δnが相対的に大きくなり、他方でコア径はほとんど変化しない。このため、図3(d)のようにMFDは相対的に小さくなる。そこで、この光ファイバをMFDの大きい光ファイバ3₂の中央部で切断すると、図2(c)のように、MFDの異なる光ファイバを組み合わせた一対の光ファイバ3A, 3Bが得られる。この光ファイバ3A, 3Bの間の空隙に光学素子9を挿入すれば、図1に示す構造が実現される。

【0016】図2(b), (c), (d)の状態を斜視図で示したものが、図4(a), (b)である。図4(a)のように基板1にV溝2を形成しておき、ここに図2(b)の状態の光ファイバ3を組み入れる。そして、押え板11(図示せず)をセットし、接着剤(図示せず)で固定した後、ダイヤモンドカッターなどで挿入溝4を形成し、同時に光ファイバ3₁を切断する。そして、図4(b)のように光ファイバ3Aと光ファイバ3Bの間隙部に光学素子9を挿入し、光学的接着剤(図示せず)などで固定する。

【0017】この実施例によれば、MFDの大きい光ファイバ3A, 3Bの長さを任意に設定できるので、挿入溝4の幅を任意に設定でき、従って厚い光学素子9であっても薄い光学素子9であっても、容易に一体化することができる。また、光ファイバ3Aと光ファイバ

3A, の接続部および光ファイバ3B, と光ファイバ3B, の接続部は、共にMFDが滑らかに連続するようにされているので、光結合損失を大きくすることもない。また、このMFDの連続的一致の過程（短時間加熱のプロセス）は、2本の光ファイバを融着接続するプロセスで同時になされるので、製造上も極めて有利である。また、基板に固定して加工されるので、光軸合せが正確かつ容易であり、機械的にも安定している。

【0018】図5は3本の光ファイバを組み合わせた実施例の平面図である。光ファイバ3A, 光ファイバ3B, 光ファイバ3Cは共に、MFDの小さい光ファイバ3₁, と大きい光ファイバ3₂, を融着接続して構成され、これらの端面は一ヵ所においてT字状に対向している。そして、この対向部には誘電体多層膜フィルタからなる光学素子9が、対向する光ファイバ3の端面に対してそれぞれ45°をなすように取り付けられている。

【0019】この構成において、光ファイバ3A, に波長λ₁（例えば1.55μm）と波長λ₂（例えば1.3μm）の光を入射する。このとき、光学素子9の誘電体多層膜フィルタを1.55μmを通過、1.3μmを反射するように構成しておくと、光ファイバ3B, からは波長λ₁、光ファイバ3C, からは波長λ₂を出射させることができ、いわゆる光合分波器が実現できる。

【0020】図6は図5の構成をシリコン基板1上で実現した例を示す斜視図である。基板1の上面には直交する2本のV溝2₁, 2₂がエッチングなどで形成され、ここに3本の光ファイバ3A, 3B, 3Cがセットされる。そして、その後V溝2₁, 2₂の交差部には矩形溝2₁が形成され、ここに誘電体多層膜フィルタとマイクロプリズムを有する光学部品が固設される。この場合にも基板1上にセットされるので、調心が容易かつ正確になる。また、MFDの大きい光ファイバは曲げ損失が大きいが、基板に固定されるとこの不都合もない。

【0021】次に、第2実施例に係る光部品を説明する。第1実施例では、MFDの小さい例えば光通信用の光ファイバ3₁とMFDの大きい光ファイバ3₂を融着接続するにあたって、加熱により光ファイバ3₂の端部でMFDが連続的に小さくなるようにしていた。これに対し、この第2実施例では、加熱によりMFDの小さい光ファイバ3₁の端部で、MFDが連続的に大きくなるようにする。従って、機械的構成は図1と同様になる。

【0022】図7はその製造プロセスを示し、図2に対応している。また、図3に対応する説明が図8である。この実施例では、MFDの大きい光ファイバ3₂（コア径：9μm, Δn：0、0.6%, MFD：8.2μm）については、熱拡散係数の小さいドーパントのみでコアとクラッドを構成しておく。これに対し、MFDの小さい光ファイバ3₁（コア径：9μm, Δn：0、3%, MFD：9、6μm）については、熱拡散係数が小さく屈折率を高める作用をもつ第1のドーパント（例えばG

e) をコア含ませ、熱拡散係数が大きく屈折率を低める作用をもつ第2のドーバンド(例えはF)をクラッドに含ませておく。すると、融着接続に伴う短時間の放電加熱により光ファイバ3₁のクラッドのFが拡散あるいは蒸散、揮散し、コアの屈折率が相対的に低くなる。このとき、接続部ではほぼ同一の屈折率分布になるのに対し、コア径はほとんど変動しない。このため、図8(d)のように、MFDは相対的に大きくなる。

【0023】上記の通りにして図7(b)の光ファイバ3₁が得られたら、MFDの大きい光ファイバ3₂の部分を幅500μm程度に切断し、これによって形成された光ファイバ3A₂、光ファイバ3B₂間の空隙に光学素子9を挿入する。このようにすれば、通常の光ファイバでは10dB程度であった光損失を、0、3dB程度にできる。なお、本実施例においても、図5のような光部品を構成できることはいうまでもない。

【0024】図9は研磨型光ファイバカプラへの応用例を示している。このカプラは、2本の光ファイバの側面を研磨し、この研磨面で両者を貼り合わせて構成される。本実施例では、MFDの大きい光ファイバ3₂部分でクラッド部を片側から研磨し、貼り合わせる(図9(a)参照)。すると、この部分ではMFDが大きいので、コア同志をあまり接近させなくても、十分な光結合を得ることができる。

【0025】図9(c)はこれを示しており、上側の図は結合部の断面図、下側の図はその屈折率分布および光強度分布図である。図9(b)は図9(c)に対比させた従来例を示している。MFDの小さい光ファイバ3同志では、コアを十分に接近させないと良好に光結合しない。すなわち、図1.0に示すように、MFDが大きくなれば、コア間の距離を大きくしても十分な光結合が得られる。

【0026】これは、研磨型光ファイバカプラの製造プロセスに大きな利点をもたらす。すなわち、シングルモードファイバではMFDは一般に10μm程度であるの

で、研磨量を正確にコントロールすることは容易ではない。しかし、本実施例によれば、MFDが大きい部分で研磨できるため、研磨量の精度を緩くしても、良好な光結合を構成できる。

【0027】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、MFDの大きい第1、第2の光ファイバによって光学素子が挟まれ、これら第1、第2の光ファイバにはMFDの小さい第3、第4の光ファイバが接続される。そして、光ファイバ同士の接続部において、第1、第2の光ファイバのMFDを連続的に小さくするか、あるいは第3、第4の光ファイバのMFDを連続的に大きくするかしているので、光結合が好適になされる。また、第1、第2の光ファイバの長さは任意に設定できるので、基板上で幅広な間隔が生まれるように加工、切断でき、光学素子を厚くしても好適に組み付けることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係る光部品の構成図。

【図2】図1に示す光部品の製造プロセス図。

【図3】図2の原理を示す図。

【図4】図1に示す光部品の製造プロセスの斜視図。

【図5】第1実施例の変形態様を示す図。

【図6】図6の光部品を具体化した斜視図。

【図7】第2実施例の構造と製造プロセスを示す図。

【図8】図7の原理説明図。

【図9】研磨型光ファイバカプラへの応用を示す図。

【図10】図9の原理説明図。

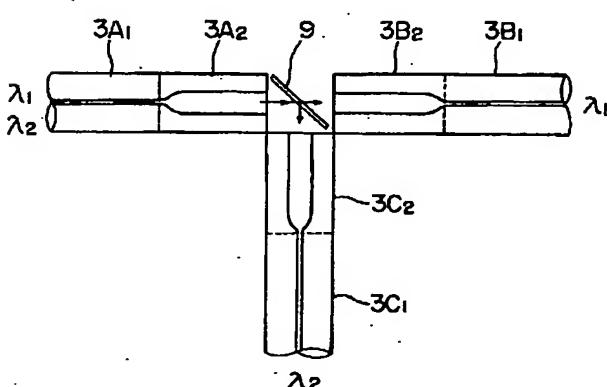
【図11】従来例の平面図。

【図12】別の従来例の斜視図。

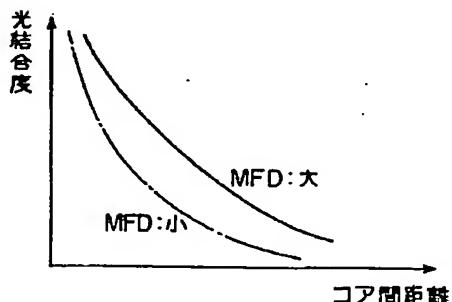
【符号の説明】

1…基板、2…システム板、3…光ファイバ、4…挿入溝、5…誘電体多層膜フィルタ、6…集束性ロッドレンズ、7…偏光子、8…ファラデーローテータ、11…抑え板、9…光学素子、21…短形溝。

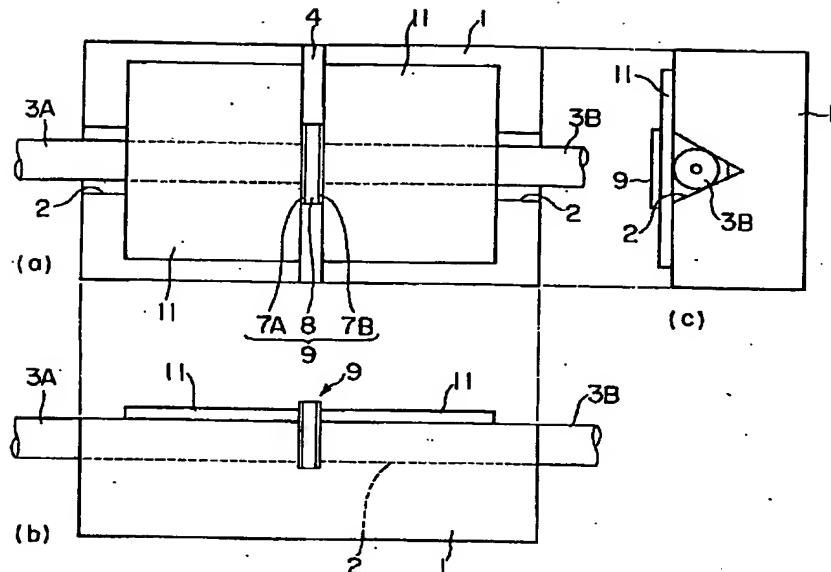
【図5】



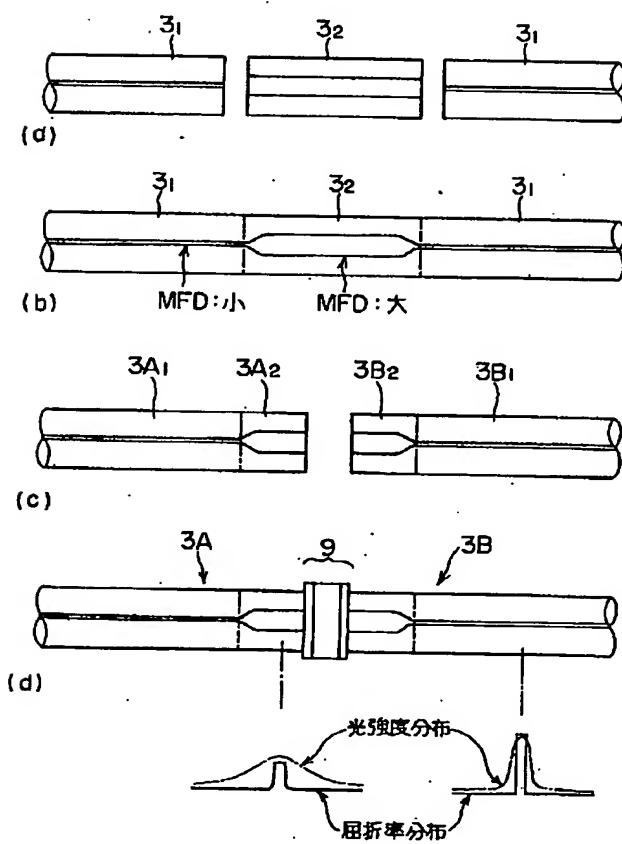
【図10】



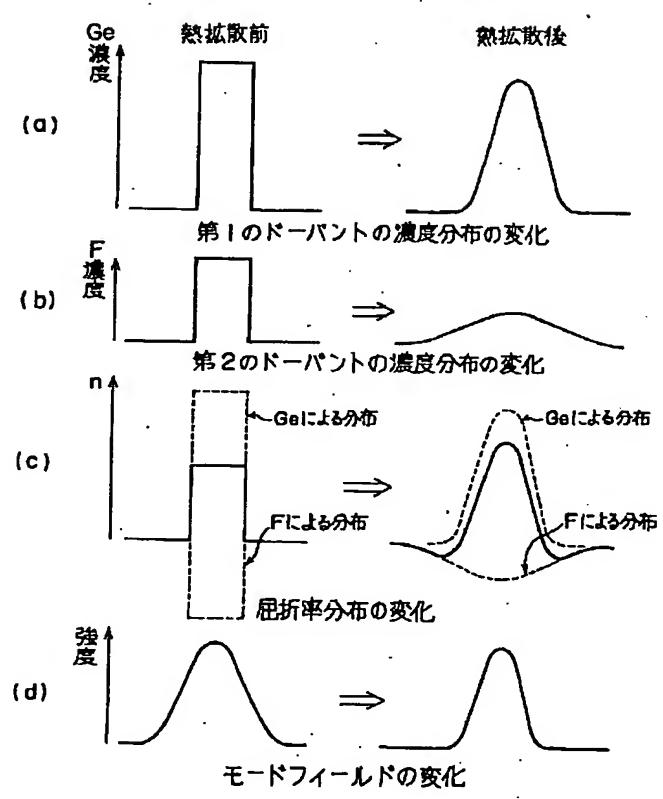
【図 1】



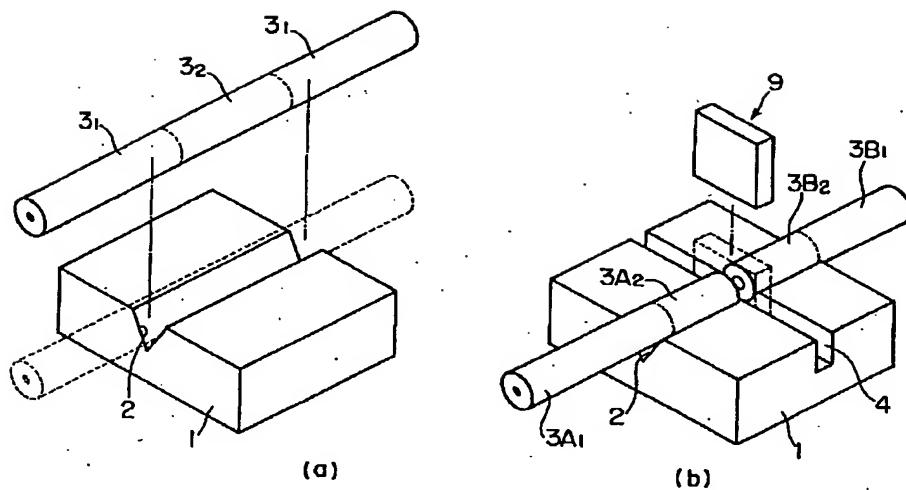
【図 2】



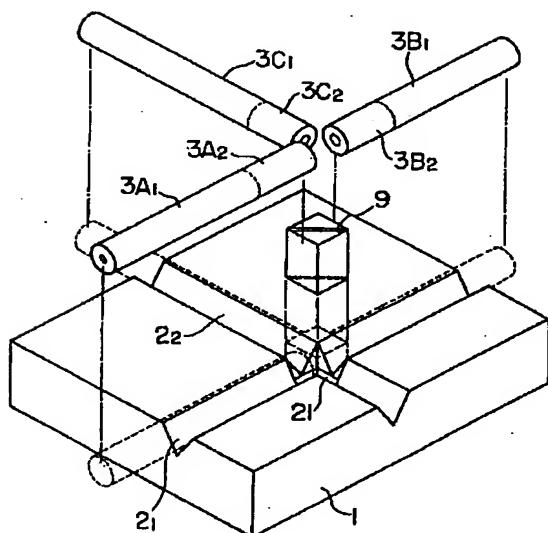
【図 3】



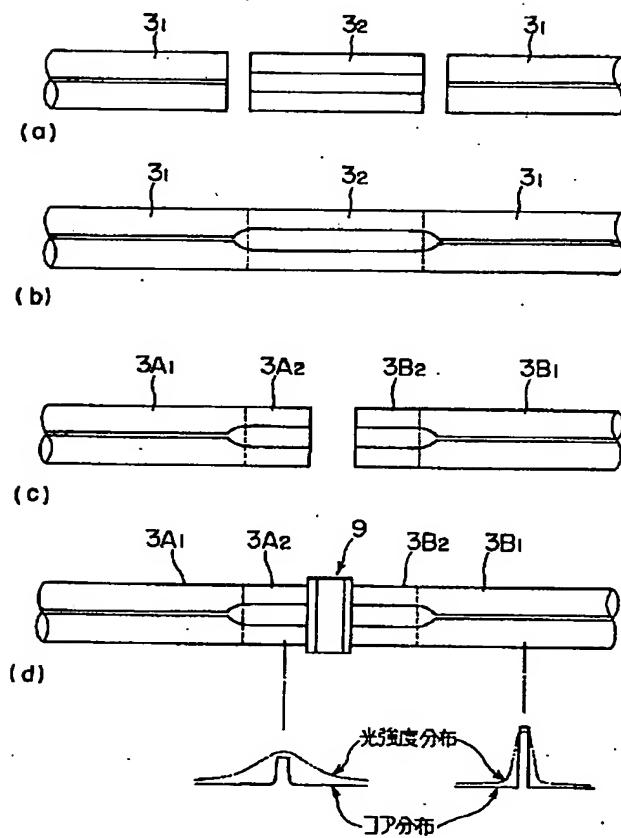
【図 4】



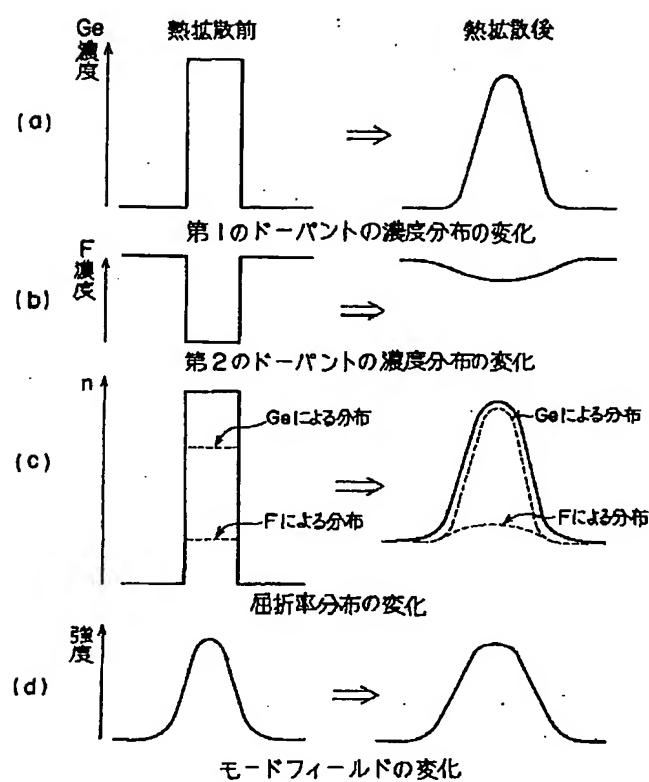
【図 6】



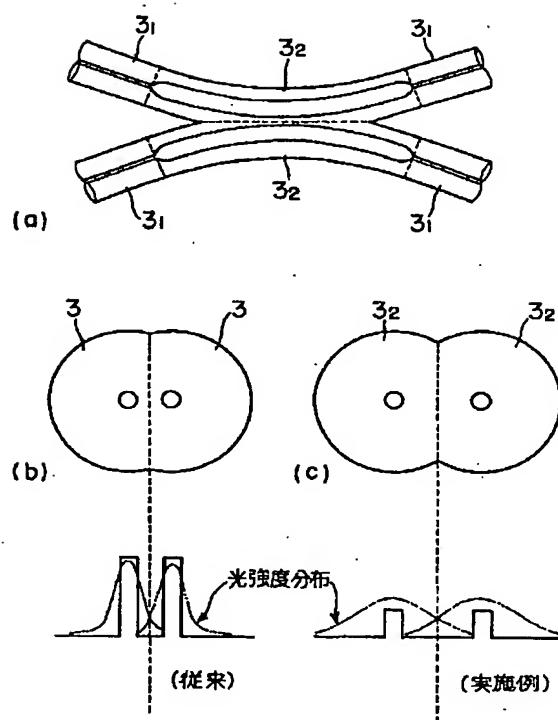
【図 7】



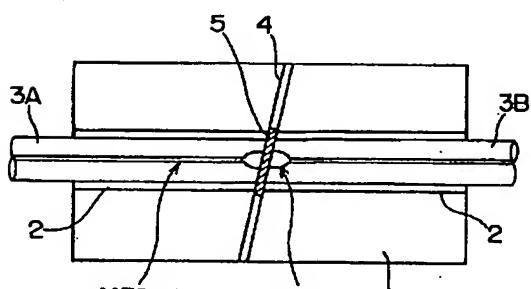
【図 8】



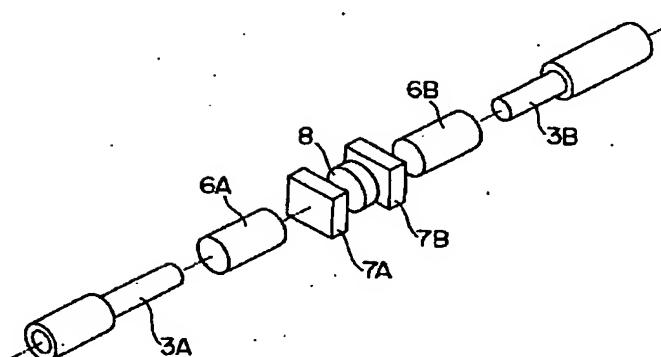
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 真二
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 大賀 裕一
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-034837

(43)Date of publication of application : 10.02.1994

(51)Int.CI.

G02B 6/26

G02B 6/255

(21)Application number : 04-188157

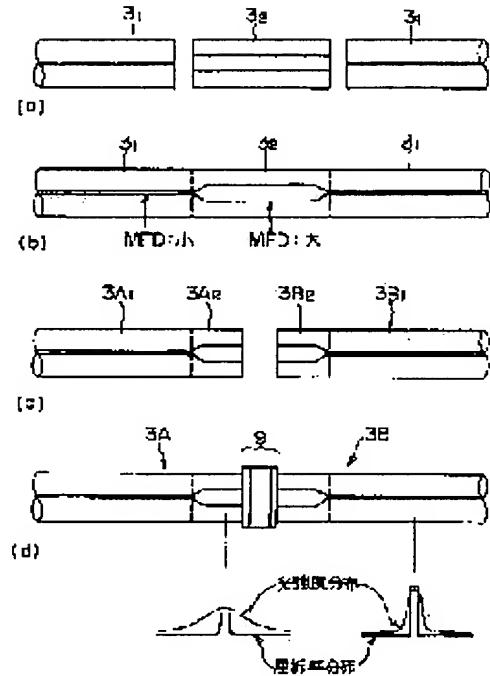
(22)Date of filing : 15.07.1992

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(72)Inventor : NAKAZATO KOJI
NISHIMURA MASAYUKI
KANAMORI HIROO
ISHIKAWA SHINJI
OGA YUICHI**(54) OPTICAL COMPONENT****(57)Abstract:**

PURPOSE: To conduct suitable optical coupling by holding an optical element between optical fibers which are large in MFD and connecting optical fibers which are small in MFD to the optical fibers.

CONSTITUTION: The optical component is constituted by holding the optical element 9 between the 1st and 2nd optical fibers 32 which are large in MFD and connecting the 3rd and 4th optical fibers 31 which are small in MFD to those 1st and 2nd optical fibers. At the connection parts between the optical fibers, the suitable optical coupling is enabled by making the MFD of the 1st and 2nd optical fibers continuously small or the MFD of the 3rd and 4th optical fibers continuously large. The lengths of the 1st and 2nd optical fibers can optionally be set, so the fibers can be machined and cut so as to have a wide interval on a substrate, and the optical element can properly be incorporated even when made thick.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical element which has an optical incidence end face and an optical outgoing radiation end face, and the 1st optical fiber with which one end face was optically combined with said optical incidence end face, One end face is connected to the other-end side of this 1st optical fiber, and it compares with the 1st optical fiber concerned. Relatively The 2nd small optical fiber of the diameter of the mode field, The 3rd fiber with which one end face was optically combined with said optical outgoing radiation end face, One end face is connected to the other-end side of this 3rd fiber, and it has the 4th small optical fiber of the diameter of the mode field relatively compared with the 3rd optical fiber concerned. Said 1st and 3rd optical fibers are optical components characterized by making the diameter of the mode field small continuously [near / the / the other-end side].

[Claim 2] Said 1st and 3rd optical fibers are optical components according to claim 1 which consist of ingredients to which the diameter of the mode field is relatively reduced by heating compared with said 2nd and 4th optical fibers.

[Claim 3] It is the optical component according to claim 2 by which the 1st dopant which raises a refractive index, and the 2nd dopant to which thermal diffusivity lowers a refractive index greatly rather than this 1st dopant are contained in the core of said 1st and 3rd optical fibers, and fusion splicing of said 1st and 3rd optical fibers is carried out to said 2nd and 4th optical fibers with heating, respectively.

[Claim 4] Said optical element has at least said optical incidence end face or said optical outgoing radiation end face either [two or more]. Optical coupling of one end face of the 5th optical fiber is carried out to this another end face, and one end face of the 6th optical fiber with the small diameter of the mode field is relatively connected to the other-end side of this 5th optical fiber compared with the 5th optical fiber concerned. Said 5th optical fiber is an optical component according to claim 1 with which the diameter of the mode field is continuously made small [near / the / the other-end side].

[Claim 5] The optical element which has an optical incidence end face and an optical outgoing radiation end face, and the 1st optical fiber with which one end face was optically combined with said optical incidence end face, One end face is connected to the other-end side of this 1st optical fiber, and it compares with the 1st optical fiber concerned. Relatively The 2nd small optical fiber of the diameter of the mode field, The 3rd fiber with which one end face was optically combined with said optical outgoing radiation end face, One end face is connected to the other-end side of this 3rd fiber, and it has the 4th small optical fiber of the diameter of the mode field relatively compared with the 3rd optical fiber concerned. Said 2nd and 4th optical fibers are optical components characterized by enlarging the diameter of the mode field continuously [near / the / the other-end side].

[Claim 6] Said 2nd and 4th optical fibers are optical components according to claim 1 which consist of ingredients to which the diameter of the mode field is relatively expanded by heating compared with said 1st and 3rd optical fibers.

[Claim 7] It is the optical component according to claim 6 by which the 1st dopant which raises a refractive index is contained in the core of said 2nd and 4th optical fibers, the 2nd dopant to which thermal diffusivity lowers a refractive index greatly rather than said 1st dopant is contained in these clads, and fusion splicing of said 1st and 3rd optical fibers is carried out to said 2nd and 4th optical fibers with heating, respectively.

[Claim 8] Said optical element has at least said optical incidence end face or said optical outgoing radiation end face either [two or more]. Optical coupling of one end face of the 5th optical fiber is carried out to this another end face, and one end face of the 6th optical fiber with the small diameter of the mode field is relatively connected to the other-end side of this 5th optical fiber compared with the 5th optical fiber concerned. Said 6th optical fiber is an optical component according to claim 5 with which the diameter of the mode field is enlarged continuously [near / the / the other-end side].

[Claim 9] Said optical element and said 1st, 2nd, 3rd, and 4th optical fibers are an optical component according to claim 1 or 5 which are fixed on a single substrate and arranged superficially.

[Claim 10] Said 1st, 2nd, 3rd, and 4th optical fibers are optical components according to claim 9 currently fixed to the slot of the shape of V character formed in said substrate by inserting.

[Claim 11] Two optical fibers for couplers which the 2nd large optical fiber of the diameter of the mode field was made to intervene in the middle relatively, and connected the 1st two optical fibers which have the diameter of the mode field of abbreviation identitas rather than these 1st optical fibers They are the optical components with which it is made to join mutually, and consists of said 1st optical fiber part, and said 1st optical fiber is characterized by enlarging the diameter of the mode field continuously near the connection with said 2nd optical fiber.

[Claim 12] Two optical fibers for couplers which the 2nd large optical fiber of the diameter of the mode field was made to intervene in the middle relatively, and connected the 1st two optical fibers which have the diameter of the mode field of abbreviation identitas rather than these 1st optical fibers They are the optical components with which it is made to join mutually, and consists of said 1st optical fiber part, and said 2nd optical fiber is characterized by making the diameter of the mode field small continuously near the connection with said 1st optical fiber.

[Claim 13] Said 2nd optical fiber is an optical component according to claim 11 or 12 with which the clad section is made thin by polish in the mutual plane of composition.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical components which used the optical fiber.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, what is shown in drawing 11 is known as such optical components (the 1990 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers autumn national conference, C-227). As illustration, one V groove 2 is engraved on the top face of a substrate 1, and the optical fiber 3 is inserted here. This optical fiber 3 is cut into an oblique position in the center section of a substrate 1, and is divided by two optical fibers 3A and 3B, and the dielectric multilayers filter 5 as an optical element is inserted in this insertion slot 4. In addition, as for the cutting section of optical fibers 3A and 3B, the diameter of the mode field is enlarged from partial heating.

[0003] On the other hand, optical components as shown in drawing 12 are also known. This makes the optical fibers 3A and 3B of a pair counter, arranges the focusing nature rod lenses 6A and 6B of a pair in the meantime, and arranges Polarizers 7A and 7B and the faraday rotator 8 of a pair with an optical element further in the meantime.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional example of drawing 11, there was a fault which the insertion slot 4 between optical fiber 3A and 3B cannot be made broad, therefore can incorporate only a thin optical element. This is because it is necessary to heat this part by the burner, in order to expand a part of (cutting section) MFD(s) (diameter of the mode field) like drawing 11, before cutting an optical fiber 3. That is, if it is going to enlarge MFD over the long range in order to make the insertion slot 4 broad, heating will take long duration and sufficient yield will not be obtained.

[0005] On the other hand, although it can attach in the conventional example of drawing 12 even if it is a thick optical element, it is necessary for that to form the focusing nature rod lens 6 independently, assembly components increase, and attachment takes time and effort. Moreover, since it is necessary to carry out optical-axis doubling according to an individual, mass-production nature is also missing. This invention makes it the technical problem to solve these troubles.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The optical element in which the optical components concerning this invention have an optical incidence end face and an optical outgoing radiation end face, The 1st optical fiber with which one end face was optically combined with the optical incidence end face, One end face is connected to the other-end side of this 1st optical fiber, and it compares with the 1st optical fiber concerned. Relatively The 2nd small optical fiber of the diameter of the mode field, One end face is connected to the other-end side of the 3rd fiber with which one end face was optically combined with the optical outgoing radiation end face, and this 3rd fiber. Compared with the 3rd optical fiber concerned, it has the 4th small optical fiber of the diameter of the mode field relatively, and, as for the 1st and 3rd optical fibers, the diameter of the mode field is continuously made small [near / the / the other-end side]. In this case, the 1st dopant (for example, germanium) which raises a refractive index to the core of the 1st and 3rd optical fibers, and the 2nd dopant (for example, F) to which thermal

diffusivity lowers a refractive index greatly rather than this 1st dopant are contained, and, as for the 1st and 3rd optical fibers, it is desirable to carry out fusion splicing to the 2nd and 4th optical fibers by heating, respectively.

[0007] Moreover, the optical components concerning this invention are equipped with the above optical elements and the 1st, 2nd, 3rd, and 4th optical fibers, and, as for the 2nd and 4th optical fibers, the diameter of the mode field is enlarged continuously [near / the / the other-end side]. In this case, the 1st dopant which raises a refractive index is contained in the core of the 2nd and 4th optical fibers, the 2nd dopant to which thermal diffusivity lowers a refractive index greatly rather than the 1st dopant of the above is contained in these clads, and, as for the 1st and 3rd optical fibers, it is desirable to carry out fusion splicing to the 2nd and 4th optical fibers by heating, respectively.

[0008] In addition, also in invention [which], an optical element and said 1st, 2nd, 3rd, and 4th optical fibers have especially the desirable thing that it is fixed on a single substrate and arranged superficially.

[0009]

[Function] With the optical components of this invention, an optical element is pinched with the 1st and 2nd large optical fiber of MFD, and the 3rd and 4th small optical fiber of MFD is connected to these 1st and 2nd optical fibers. And in an optical fiber comrade's connection, since it is carrying out whether MFD of the 1st and 2nd optical fiber is continuously made small, or MFD of the 3rd and 4th optical fiber is enlarged continuously, refractive-index distribution is mostly in agreement by the connection, and optical coupling is made suitably.

[0010] Moreover, since the die length of the 1st and 2nd optical fiber can be set as arbitration, even if it can process and cut so that broad spacing may be produced on a substrate, therefore it thickens an optical element, it becomes possible to attach suitably. Furthermore, since it is processible on a substrate, optical-axis doubling becomes easy and certain.

[0011]

[Example] Hereafter, an accompanying drawing explains some examples of this invention.

Drawing 1 shows the configuration of the 1st example and this drawing (a) is [a front view and this drawing (c) of a plan and this drawing (b)] side elevations. Moreover, drawing 2 and drawing 3 are the conceptual diagrams showing a manufacture process, and drawing 4 is the perspective view showing a part of the process.

[0012] V groove 2 is formed in the top face of the short form plate-like substrate 1 which consists of silicon, and the optical fiber 3 is attached here as shown in drawing 1. And a pressure plate 11 is laid in a top face, and the adhesives which are not illustrated are embedded in the spacing section. With the substrate 1 and the pressure plate 11, the optical fiber 3 is cut in the center section in the insertion slot 4, and the optical element 9 which becomes spacing by this from Polarizers 7A and 7B and the faraday rotator 8 is inserted. In addition, about the element of these optical elements 9, it is good also as the wavelength plate which constitutes an isolator, a birefringent plate, etc.

[0013] Here, after optical fibers 3A and 3B carry out fusion splicing of the three optical fibers, they are cut and constituted, for example, they are created in the process of drawing 2. First, two optical fibers 31 (core diameter: micrometers [8 or 5], relative index difference deltan:3% [3], MFD:9, 5 micrometers) with small MFD and one short optical fiber 32 (core diameter: micrometers [3], relative index difference deltan:0, 3%) with large MFD are prepared, and an end face is made into a mirror plane and made to counter like drawing 2 (a). Next, these end faces are made to contact and fusion splicing is carried out by heating by a burner etc. Then, it is an optical fiber 32 like drawing 2 (b). MFD contracts continuously near the end face and optical coupling is suitably made by 0 or about 5dB optical loss.

[0014] Drawing 3 shows this mechanism. First, about the small optical fiber 31 of MFD, the core and the clad are formed only by the dopant with small thermal diffusivity. On the other hand, large optical fiber 32 of MFD If it attaches, the 1st dopant with small thermal diffusivity (for example, germanium which raises a refractive index), and the 2nd dopant with large thermal diffusivity (for example, F which lowers a refractive index) are included in a core. The dopant concentration and the refractive index in this case become as it is shown in the chart on the left of drawing 3 (a), (b), and (c).

[0015] In this condition, it is an optical fiber 31. Optical fiber 32 If short-time heating performs fusion splicing, the 1st dopant with large thermal diffusivity will be extended, relative index

difference deltan between a core and a clad will become large relatively, and a core diameter will hardly change on the other hand. For this reason, MFD becomes small relatively like drawing 3 (d). Then, it is the large optical fiber 32 of MFD about this optical fiber. If it cuts in the center section, the optical fibers 3A and 3B of the pair which combined the optical fiber with which MFD(s) differ like drawing 2 (c) will be obtained. If an optical element 9 is inserted in the opening between these optical fibers 3A and 3B, structure shown in drawing 1 will be realized.

[0016] It is drawing 4 (a) and (b) which showed the condition of drawing 2 (b), (c), and (d) with the perspective view. V groove 2 is formed in the substrate 1 like drawing 4 (a), and the optical fiber 3 of the condition of drawing 2 (b) is incorporated here. And after setting a pressure plate 11 (not shown) and fixing with adhesives (not shown), the insertion slot 4 is formed with a diamond cutter etc., and it is an optical fiber 32 to coincidence. It cuts. And an optical element 9 is inserted in the gap section of optical fiber 3A and optical fiber 3B like drawing 4 (b), and it fixes with optical adhesives (not shown) etc.

[0017] According to this example, they are the large optical fiber three A2 of MFD, and 3 B-2. Since die length can be set as arbitration, the width of face of the insertion slot 4 can be set as arbitration, therefore even if it is the thick optical element 9 and is the thin optical element 9, it can unify easily. Moreover, optical fiber three A1 Optical fiber three A2 A connection and optical fiber three B1 Optical fiber 3 B-2 Since he is trying for MFD to continue smoothly, neither of connection enlarges optical coupling loss. Moreover, since the process (process of short-time heating) of this continuous coincidence of MFD is made by coincidence in the process which carries out fusion splicing of the two optical fibers, its manufacture top is also very advantageous. Moreover, since it is fixed and processed into a substrate, optical-axis doubling is exact and easy, and mechanically stable.

[0018] Drawing 5 is the top view of the example which combined three optical fibers. Optical fiber 3A, optical fiber 3B, and optical fiber 3C are both the small optical fiber 31 of MFD. Large optical fiber 32 Carrying out fusion splicing, it was constituted and these end faces have countered in the shape of T character in one place. And the optical element 9 which consists of a dielectric multilayers filter is attached in this opposite section so that 45 degrees may be made to the end face of the optical fiber 3 which counters, respectively.

[0019] It sets in this configuration and is an optical fiber three A1. Incidence of the light of wavelength lambda 1 (for example, 1.55 micrometers) and wavelength lambda 2 (for example, 1.3 micrometers) is carried out. if the dielectric multilayers filter of an optical element 9 is constituted at this time so that passage and 1.3 micrometers may be reflected for 1.55 micrometers -- optical fiber three B1 from -- wavelength lambda 1 and optical fiber 3C1 from -- wavelength lambda 2 Outgoing radiation can be carried out and the so-called optical multiplexer/demultiplexer can be realized.

[0020] Drawing 6 is the perspective view showing the example which realized the configuration of drawing 5 on the silicon substrate 1. Two V grooves 21 which intersect perpendicularly with the top face of a substrate 1, and 22 It is formed by etching etc. and three optical fibers 3A, 3B, and 3C are set here. And they are V grooves 21 and 22 after that. The rectangle slot 21 is formed in an intersection and the optic which has a dielectric multilayers filter and micro prism here is fixed. Also in this case, since it is set on a substrate 1, alignment becomes easily and exact. Moreover, although the large optical fiber of MFD has large bending loss, when fixed to a substrate, this un-arranging does not exist, either.

[0021] Next, the optical components concerning the 2nd example are explained. Optical fiber 31 for optical communication for example, with MFD small in the 1st example Large optical fiber 32 of MFD It hits carrying out fusion splicing and is an optical fiber 32 by heating. He was trying for MFD to become small continuously at the end. On the other hand, at this 2nd example, it is the small optical fiber 31 of MFD by heating. It is made for MFD to become large continuously at the end. Therefore, a mechanical configuration becomes being the same as that of drawing 1.

[0022] Drawing 7 shows the manufacture process and supports drawing 2 . Moreover, the explanation corresponding to drawing 3 is drawing 8 . In this example, the core and the clad consist of only DOPANDO with small thermal diffusivity about the large optical fiber 32 of MFD (core diameter: 9 micrometers, deltan:0, 06%, MFD:82micrometer). On the other hand, about the small optical fiber 31 of MFD (core diameter: 9 micrometers, deltan:0, 3%, MFD:9, 6 micrometers), the 2nd DOPANDO (for example, F) with the operation to which core ***** and thermal diffusivity lower a refractive index for the 1st DOPANDO (for example, germanium) in

which thermal diffusivity has the operation which raises a refractive index small greatly is included in a clad. Then, it is an optical fiber 31 by discharge heating of a short time accompanying fusion splicing. It spreads or transpires, F of a clad vaporizes, and the refractive index of a core becomes low relatively. At this time, a core diameter is hardly changed to becoming the almost same refractive-index distribution by the connection. For this reason, MFD becomes large relatively like drawing 8 (d).

[0023] When the optical fiber 3 of drawing 7 (b) is obtained as mentioned above, it is the large optical fiber 32 of MFD. The optical fiber three A2 which cut the part in width of face of about 500 micrometers, and was formed of this, and optical fiber 3 B-2 An optical element 9 is inserted in the opening of a between. If it does in this way, in the usual optical fiber, optical loss which was about 10dB will be made to 0 or about 3dB. In addition, in this example, it cannot be overemphasized that optical components like drawing 5 can be constituted.

[0024] Drawing 9 shows the application to a polish mold optical fiber coupler. This coupler grinds the side face of two optical fibers, sticks both and consists of this polished surface. Optical fiber 32 with large MFD in this example In a part, the clad section is ground from one side and stuck (refer to drawing 9 (a)). Then, in this part, since MFD is large, even if it does not make a core comrade approach not much, sufficient optical coupling can be obtained.

[0025] Drawing 9 (c) shows this and the sectional view of a bond part and lower drawing of upper drawing are the refractive-index distribution and an optical intensity-distribution Fig. Drawing 9 (b) shows the conventional example made to contrast with drawing 9 (c). In optical fiber 3 small comrade of MFD, unless it makes a core fully approach, optical coupling is not carried out good. That is, if MFD becomes large as shown in drawing 10, even if it enlarges distance between cores, sufficient optical coupling will be obtained.

[0026] This brings a big advantage to the manufacture process of a polish mold optical fiber coupler. That is, since MFD is generally about 10 micrometers in a single mode fiber, it is not easy to control the amount of polishes correctly. However, according to this example, since MFD can grind in a large part, even if it makes precision of the amount of polishes loose, good optical coupling can be constituted.

[0027]

[Effect of the Invention] According to this invention the above passage, an optical element is pinched with the 1st and 2nd large optical fiber of MFD, and the 3rd and 4th small optical fiber of MFD is connected to these 1st and 2nd optical fibers. And in the connection of optical fibers, since it is carrying out whether MFD of the 1st and 2nd optical fiber is continuously made small, or MFD of the 3rd and 4th optical fiber is enlarged continuously, optical coupling is made suitably. Moreover, since the die length of the 1st and 2nd optical fiber can be set as arbitration, even if it can process and cut so that broad spacing may be produced on a substrate, and it thickens an optical element, it becomes possible to attach suitably.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] The block diagram of the optical components concerning the 1st example.
 - [Drawing 2] The manufacture process Fig. of the optical components shown in drawing 1 .
 - [Drawing 3] Drawing showing the principle of drawing 2 .
 - [Drawing 4] The perspective view of the manufacture process of the optical components shown in drawing 1 .
 - [Drawing 5] Drawing showing the deformation mode of the 1st example.
 - [Drawing 6] The perspective view which materialized the optical components of drawing 6 .
 - [Drawing 7] Drawing showing the structure and the manufacture process of the 2nd example.
 - [Drawing 8] The principle explanatory view of drawing 7 .
 - [Drawing 9] Drawing showing the application to a polish mold optical fiber coupler.
 - [Drawing 10] The principle explanatory view of drawing 9 .
 - [Drawing 11] The top view of the conventional example.
 - [Drawing 12] The perspective view of another conventional example.
- [Description of Notations]
- 1 [-- An insertion slot, 5 / -- A dielectric multilayers filter, 6 / -- A focusing nature rod lens, 7 / -- A polarizer, 8 / -- A faraday rotator, 11 / -- A pressure plate, 9 / -- An optical element, 21 / -- Short ****.] -- A substrate, 2 -- A stem plate, 3 -- An optical fiber, 4

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

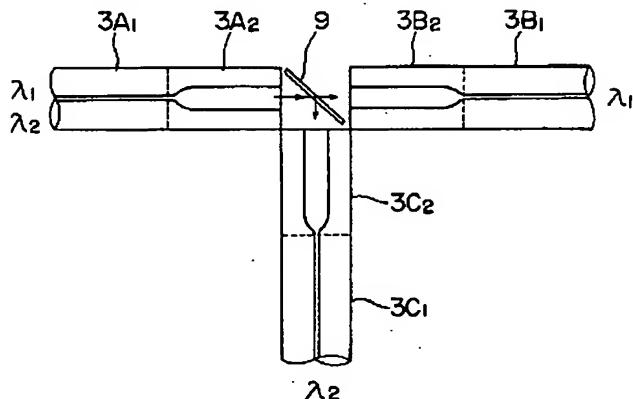
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

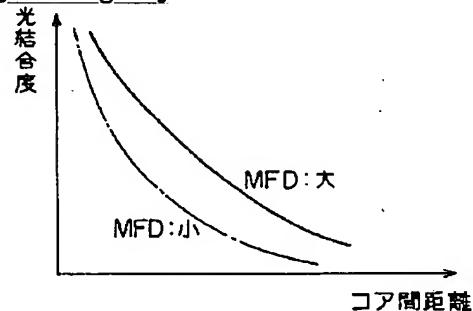
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

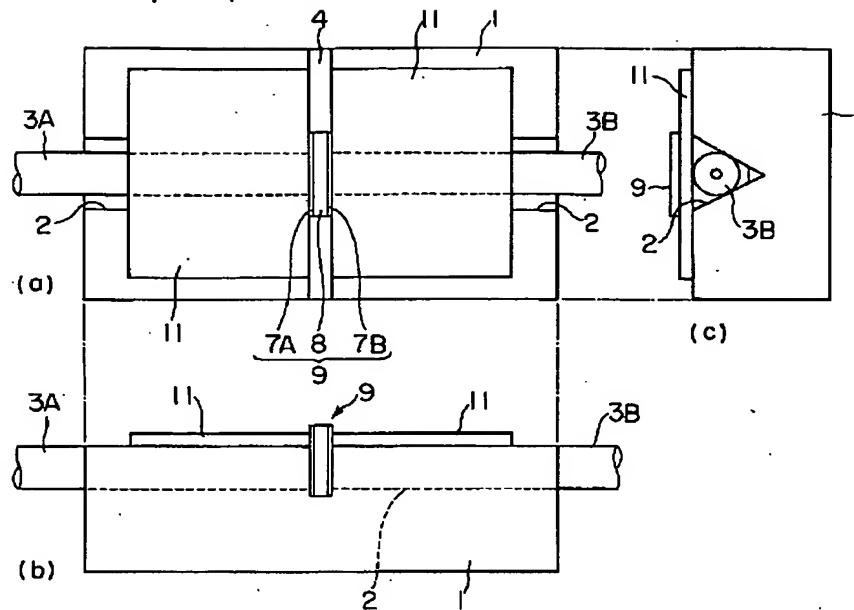
[Drawing 5]



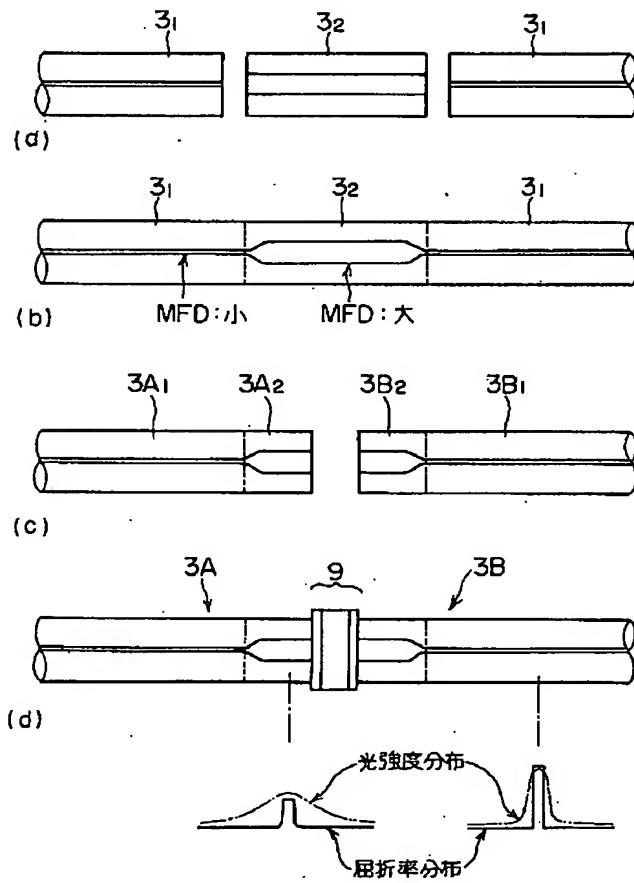
[Drawing 10]



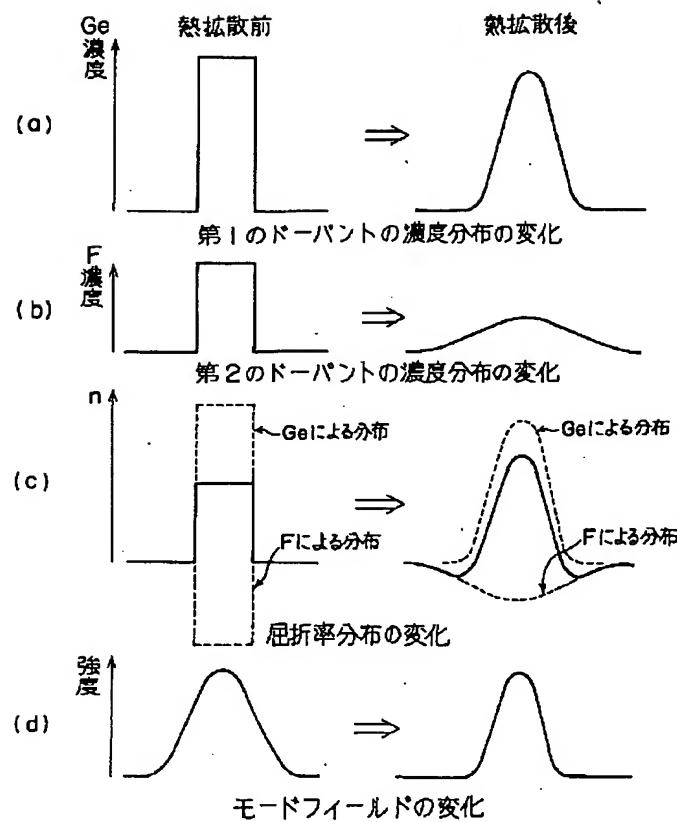
[Drawing 1]



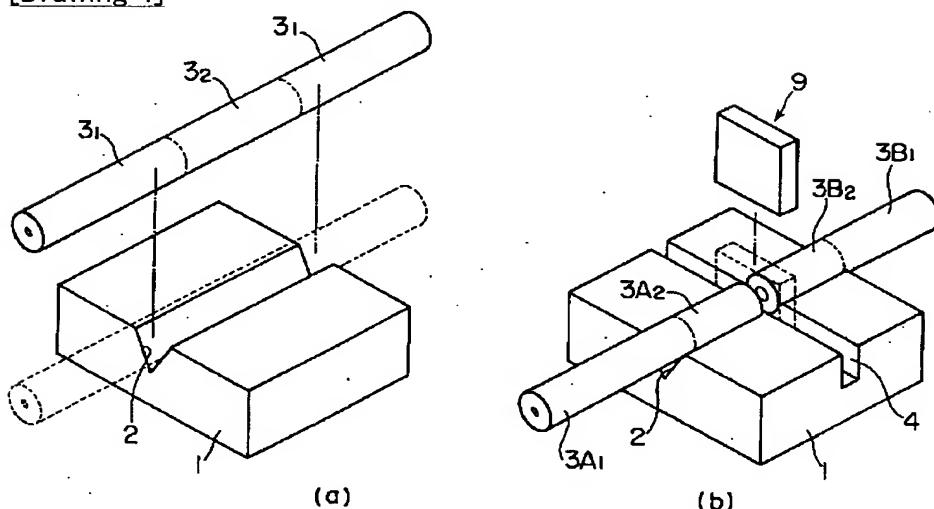
[Drawing 2]



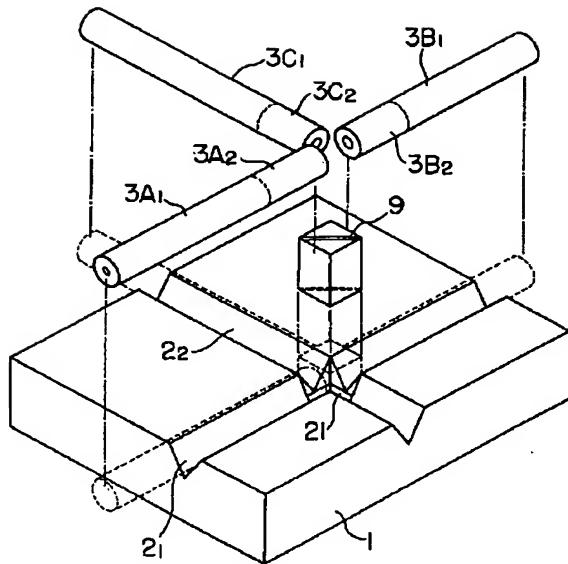
[Drawing 3]



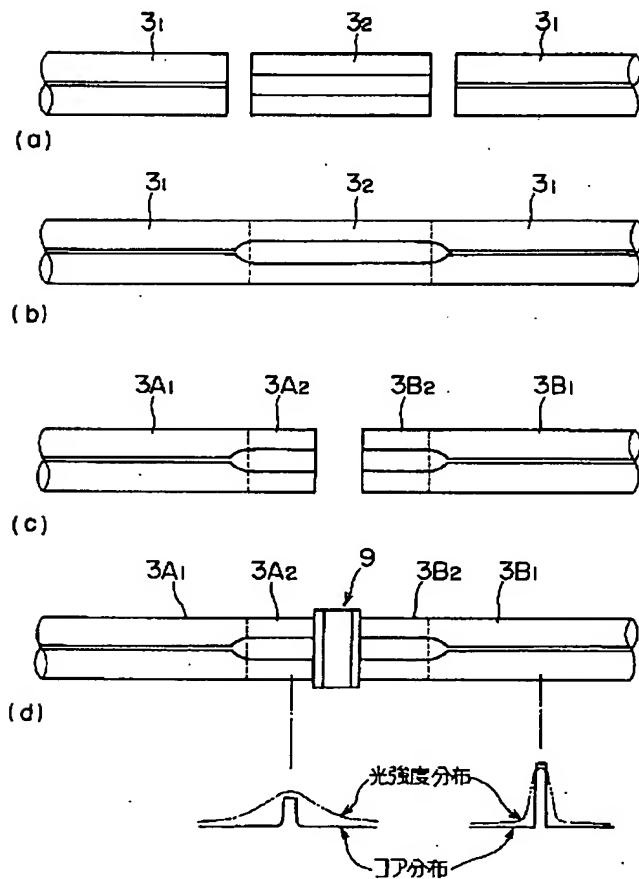
[Drawing 4]



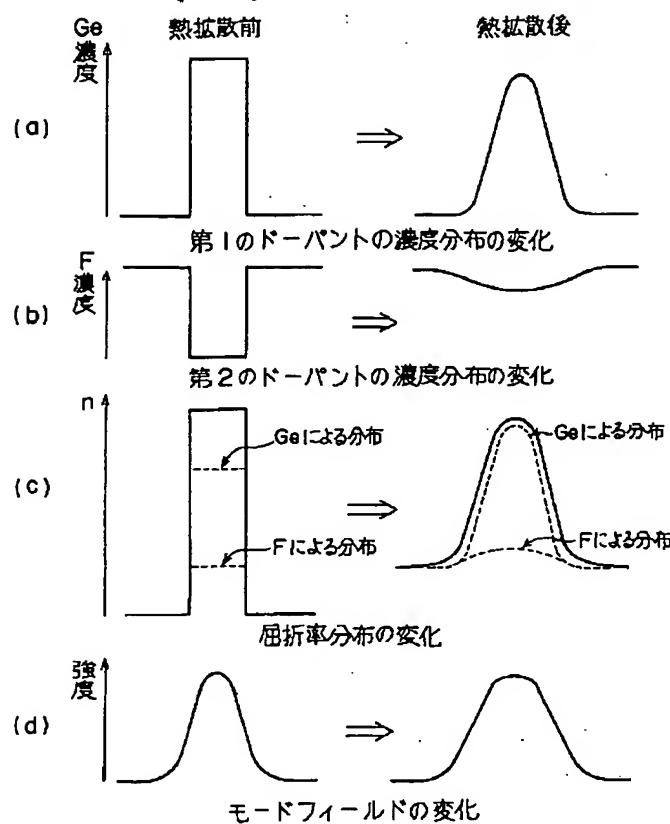
[Drawing 6]



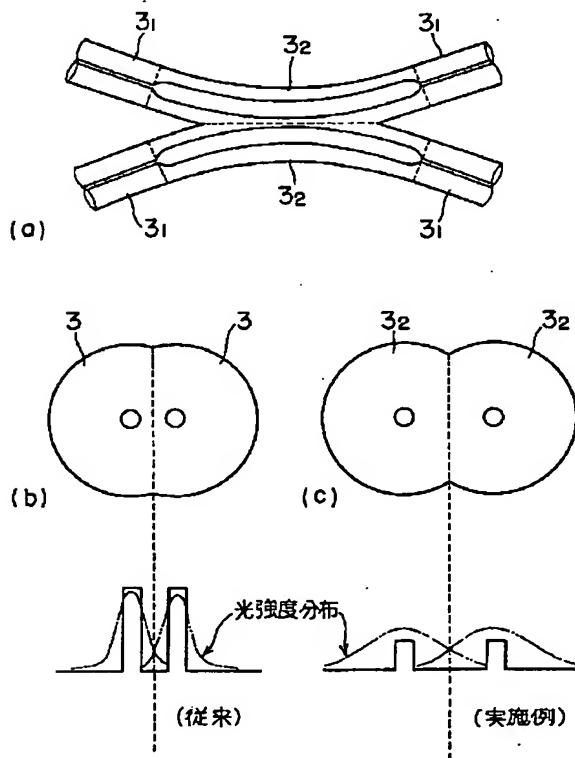
[Drawing 7]



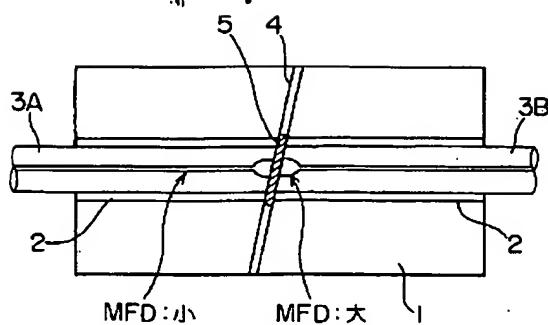
[Drawing 8]



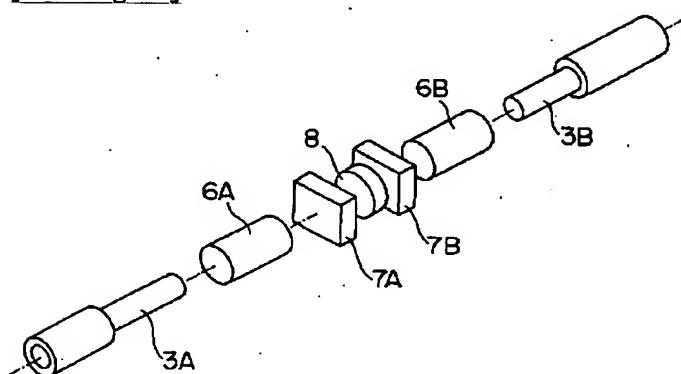
[Drawing 9]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]